

UNA OBRA «MATEMÀTICA» SINGULAR. PASQUAL CALBÓ, UN ARTISTA-CIENTÍFIC

Antoni Roca Rosell

Universitat Politècnica de Catalunya / Institut d'Estudis Catalans

Un element molt destacat del llegat de Pasqual Calbó (1752-1817) són els seus «tractats» científics (Hernández Sanz 1912a, 1925). Els textos, que s'han conservat manuscrits, corresponen sens dubte a la seva activitat com a professor. En la fitxa que omplí per a Joan Ramis i Ramis (1746-1819), quan preparava el seu llibre sobre els personatges il·lustres de Menorca (Ramis i Ramis 1817), digué:

«Al principi vatx exercitar la Pintura sols a temporades par cauza de la mia poca salut, y en seguida he enseñat Diseñy, Geometria practica, y Architectura civil». (transcripció d'Hernández Sanz 1912b)

Sembla, doncs, que exercí com a professor per suplir la pintura, que practicava amb dificultat a causa de la seva «poca» salut.

En la mateixa fitxa, donava més detalls d'aquesta activitat d'ensenyament, amb la qual havia generat uns textos. Declarà haver preparat,

«Varios tractats manuscrits traduïts en menorquí, extrets de Autors varios, y son: Geometria practica; Architectura civil, y militar; Perspectiva; Física experimental; Gnomonica, &c., tots acompanyats ab las corresponents figuras diseñadas. Entre aquestos tractats, el que més he aumentat de mia potencia, es el de Perspectiva; y tots son escrits en los ultims años».

En efecte, aquests textos manuscrits es preserven al Museu de Menorca en un volum enquadernat procedent de la Col·lecció Vives i Escudero, al llom del qual s'inscriví: «Pascual Calvo//Obras didácticas// M.S.». Aquest volum aplega uns set-cents folis, més de cinc-cents escrits a dues cares; la resta, làmines de suport als textos¹. Recentment, s'han localitzat quatre plecs més: un sobre equacions (escrit en italià), un altre sobre arquitectura civil, un altre sobre trigonometria (escrit en castellà, amb la intervenció d'una segona mà) i, finalment, un plec de quatre làmines.

L'estudi del contingut d'aquests tractats és encara pendent, però l'Institut Menorquí d'Estudis està promovent l'edició de la seva transcripció, cosa que facilitarà sens dubte l'accés i la discussió entorn de la seva significació. Aquest projecte ja s'havia plantejat fa uns anys per part del malaguanyat Josep Miquel Vidal (1939-2013) i no va ser possible per les circumstàncies adverses, incloent la crisi econòmica (Roca Rosell 2013; en premsa).

Avaluació dels textos de Calbó

¹ Pel detall del contingut, [vegeu ***](#)

Ens hem de demanar com hem d'avaluar els textos que Calbó preparà. En primer lloc, un dels fets destacats és l'ús de la llengua catalana, cosa que fa els seus textos realment únics en la cultura catalana de l'època. Tot i que probablement foren escrits en període de dominació espanyola (a partir de 1802), Calbó considerà que el menorquí seria el vehicle més adequat per a les persones a qui anaven dedicats els textos, tal com ho digué ell: els joves menestrals (f. 29v) o joves mestres de fàbrica (f. 322v) de Menorca. En l'encapçalament d'un dels tractats de geometria explica:

(f30r) «Lo intent ab que se ha reunit aquest Tractat de Geometria no es per mostrar reglas y operaciones que no sian estades ja mostrades per la major part de varios Autores, si sols per mostrar ab Idioma vulgar las mateixes operaciones obreviadas sens demostracions».

Aquest aclariment de Calbó ens duu directament al segon centre d'interès. Com ja hem vist, va preparar aquests textos per a l'ensenyament. En realitat, el conjunt dels materials aplegats es pot considerar un «curs matemàtic», un gènere científic molt destacat, vigent a Europa entre els segles XVII i XIX (Massa-Esteve et al 2011). Els cursos matemàtics, que aplegaven matemàtiques «pures» —aritmètica, geometria i àlgebra, i a partir del segle XVIII, càlcul diferencial i integral— i les matemàtiques «mixtes» o «fisicomatemàtiques» (Brown 1991), que incloïen les disciplines on es necessitaven les matemàtiques pures —artilleria, arquitectura civil i militar, mecànica, química, òptica, cosmografia, astronomia cartografia, navegació, física experimental, etcètera. Nobou Kawajiri (1980) defensà que el concepte baconià de matemàtiques mixtes es corresponia a la «ciència composta» d'Aristòtil.

El curs matemàtic de Calbó es pot considerar compost de tres parts: a) Matemàtiques b) Física experimental c) Arquitectura, perspectiva, construcció naval i rellotges de sol. Estem en condicions de fer una primera aproximació als continguts de les diferents parts. En la part de matemàtiques, trobam poques consideracions teòriques, els textos s'orienten a la resolució de problemes, i generalment tenen en compte l'ús de matemàtiques necessari en les altres parts. En aquest sentit, no és estrany que hi hagin tres versions del tractat de geometria, diversos tractats sobre trigonometria plana i esfèrica si es pensa en el tractat de perspectiva —on Calbó assegura que potser ha fet més aportacions que no als altres— i en els d'arquitectura, dels quals, en el cas de l'arquitectura civil, com hem dit, n'hi ha dues còpies. L'orientació pràctica i els límits del plantejament de Calbó es poden veure en el fet que no s'inclou càlcul diferencial ni integral.

En la part de física experimental i física matemàtica, Calbó presenta descripcions molt en detall dels principals desenvolupaments del seu temps concernint la naturalesa de la matèria sòlida, les lleis del moviment, els components del sistema solar i les seves característiques, els fluids, els fenòmens meteorològics, la naturalesa dels gasos i les seves propietats, l'acústica, la naturalesa de l'aigua, l'estàtica, la calor, l'òptica,

l'electricitat, i el disseny i construcció de lents. A diferència de la part de matemàtiques, aquí trobam moltes citacions de científics que havien fet aportacions a la física experimental i a la física matemàtica, com ara La Condamine, Bouger, Herschel, Lalande, Euler, Lavoisier, Montgolfier, i també menciona fonts com les *Philosophical Transactions* de la Royal Society de Londres, o els *Comptes rendus* de l'Acadèmia de Ciències de París.

La tercera part inclouria un tractat de rellotges de sol, un tractat de perspectiva, un tractat d'arquitectura civil i un d'arquitectura militar, i, finalment, un de construcció naval. En aquests textos, torna a haver-hi poques referències d'autoritat i l'orientació continua sent pràctica, amb l'enumeració de les accions que s'han de dur a terme. També hi ha un apartat sobre unitats de mesura (inclòs al tractat d'arquitectura militar), de manera que es dona preferència a les unitats franceses, tot i aportar les equivalències en unitats castellanques. No hem trobat cap menció al sistema mètric decimal que s'havia aprovat en els anys de final de segle XVIII i estava encara en el procés d'establiment. El tractat sobre rellotges de sol ha estat editat recentment de manera que se n'avalua la viabilitat (Soler Gayà 2004, Vallhonrat (ed.) 2006). Els tractats de perspectiva i els dos d'arquitectura estan en procés d'anàlisi (Andreu Adame *et al* (1986): 46-62). Podem dir que no hi ha referències explícites d'autoritat, excepte algunes mencions al mariscal de Vauban, dins de l'arquitectura militar. El tractat de construcció naval explica com dissenyar una barca per a construir-la. S'hi discuteixen alguns problemes que creim prou originals, com les condicions de flotació i de verticalitat. Tanmateix, també hi ha pendent un estudi aprofundit d'aquest tractat. El text de Calbó també és eminentment pràctic, però cal recordar que fins a mitjan segle XVIII la construcció naval no disposava de cos teòric, que van iniciar alguns autors, com Leonhard Euler (1749), Pierre Bouger (1746) i Jordi Juan (1771).

En alguns casos, Calbó menciona explícitament les seves fonts, tot i que sovint es refereix al que diuen els «Autors». En començar la física experimental, diu que seguirà Giuseppe Saverio Poli (1745-1825), que publicà uns *Elementi di fisica sperimentale*, en sis volums, a Venècia els anys 1793-1794, és a dir, molt propers a l'època quan Calbó redactà els textos. Una primera aproximació ens permet dir que, efectivament, hi ha paral·lelismes entre ambdós textos.

També apareix una menció explícita en el tractat d'arquitectura civil, quan es diu que se segueix el tractat clàssic sobre els ordres en arquitectura de Jacopo Barozzi da Vignola (1507-1573), un tractat que se seguia reimprimint al segle XVIII, i que fins i tot es traduï al castellà.

En la nostra recerca, hem localitzat el pla d'ensenyament de l'arquitectura que s'establí a l'Acadèmia de Belles Arts de Venècia poc abans de l'arribada de Calbó (1770). El 1768, s'hi havia establert l'ensenyament de la perspectiva i de l'arquitectura, a càrrec de Giovan Francesco Costa (1711-1772), que el 1767 proposà el pla següent:

«[...] **Piano dello studio dell'Architettura Civile per uso dell'Accademia Veneta**

Deffinando Vitruvio l'architetto per un'artefice universale, che deve adoperarsi in ciò che riguarda la sicurezza, e i comodi della vita, dimostra ancora quali cognizioni deve avere per esser tale, et esercitare meritevolmente questa nobilissima Professione; frà esse hò scelto quella che sono indispensabili all'architetto, le ho ridotte in semplici Elementi facili, et intelligibili, che sono bastevoli ad aprire l'intelletto a maggiori progressi. E perché per quanto è possibile venga facilitato il modo di studiare con pacatezza, e profitto, darò alle stampe questi stessi Elementi, che serviranno alli studenti per ripetere da se stessi le lezioni, e comprendere le dimostrazioni, e saranno li seguenti

La Geometria Pratica

La Trigonometria Pratica

Il Mecanismo dei solidi applicabili alla machinazione

Il Mecanismo dei Fluidi applicabili alle acque correnti, e acorte

L'Architettura in tutte le sue parti

La Prospettiva Universale

Non sarà ammesso chi non sapia leggere, scrivere, e almeno le quattro parti dell'architettura comune. [...]»².

Aquest esquema de curs de formació s'assembla molt al que Calbó preparà anys després. Hem de tenir present que Costa recorda que, segons Vitruvi, l'arquitecte és «l'artífex universal», amb la tasca d'aconseguir la seguretat i la comoditat dels ciutadans, és a dir, un professional que anava més enllà del dissenyador d'edificis.

El curs de Calbó, per tant, s'inclou en els cursos preparats a l'Europa del seu temps. Era un curs de caràcter privat, explicat fora d'un marc institucional definit, cosa que pot xocar als ulls d'avui, però era possiblement el més comú en l'època de Calbó. En realitat, ell mateix devia haver conegut pràctiques docents d'aquest tipus a les ciutats on visqué, tant a Itàlia (Venècia, Roma) com a l'imperi austríac (Viena).

Essent un material docent, no hem de cercar l'originalitat del curs, sinó l'adequació dels textos seleccionats, de les fonts emprades, l'interès del plantejament, etcètera. En aquest sentit, recentment, Vicente Meavilla ha estudiat diversos tractats matemàtics de Calbó i ha vist coincidències amb els cursos del valencià Tomàs Vicent Tosca (1651-1723) i del català nascut a Sant Adrià del Besós, Benet Bails (1730-1797), els dos principals autors hispànics de cursos matemàtics (Meavilla (en premsa) 2016a, b i c). El *Compendio matemático* de Tosca, en nou volums, aparegut entre 1707 i 1715, mereixé almanco tres edicions durant el segle XVIII. Bails, professor a la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando de Madrid, on es donaven els títols oficials d'arquitectura a Espanya, publicà diversos manuals, en aquest cas de manera contemporània a Calbó.

² Veneta Accademia di Pittura e Scultura di Venezia, Registri, busta 1, 15 agosto 1767, Archivio dell'Accademia di Belle Arti di Venezia, citat per CECCON (2012), p. 18-19.

El mateix Meavilla ha fet un estudi sobre un instrument descrit per Calbó en un dels seus tractats de geometria, la «*tavoletta*», que li indiquen fonts italianes (Meavilla 2016d).

Andreu Murillo (1973) va dir, amb raó, que els cursos privats de Calbó preparaven per a l'arquitectura. Tanmateix, potser és millor considerar que anaven més enllà, preparaven per assolir diferents professions tècniques, en el sentit de Vitruvi, com hem dit. S'ha de tenir present que l'organització d'escoles d'enginyeria (i d'arquitectura) s'inicià al segle XVIII en unes poques ciutats d'Europa, com a element singular, ja que solien ser escoles vinculades a un cos de l'Estat, civil o militar (Gouzévitch *et al* 2004; Kranzberg 1986).

Deixeblés?

No tenim cap notícia directa dels possibles deixebles de Calbó. En el volum preservat al Museu de Menorca, trobam al foli 301v, que apareix en blanc, entre les dues parts del tractat de perspectiva, l'anotació:

«Juan Orfila y Ramis Febrer 3 l'any 1806».

Amb el que sembla la mateixa lletra, hi ha la paraula «examinat» en l'inici de diversos tractats. Podria ser que Joan Orfila, d'una família ben coneguda a Menorca (Roca Rosell 2016: 29-31) hagués revisat alguns dels tractats, potser per a la impremta, com hem suggerit, o potser simplement per comprovar que era correcte.

De tota manera, ens ha semblat trobar un testimoni —molt notable— de l'activitat de Calbó i fins a quin punt oferia els seus ensenyaments a un ampli ventall de persones. En la seva autobiografia, publicada a partir de 1845, Mateu Orfila i Rotger (1787-1853), el conegut químic, professor a París i iniciador de la toxicologia, recordà que algú li ensenyà els fonaments de les matemàtiques, una persona insòlita en una terra tan endarrerida i allunyada de tot.

«et je finis par découvrir dans cette terre si arriérée, un home qui pourra m'apprendre l'arithmétique jusqu'aux logarithmes, l'algèbre jusqu'aux équations de premier degré et la géométrie dans ce qu'elle a de plus élémentaire » (Orfila 2011: 110)

Mateu Orfila tenia només 14 anys (1801?) i, segons ell, després de sis lliçons, es veié en cor d'ensenyar altres dos nois. En un any, diu, estudià matemàtiques i nocions de navegació. La descripció que apareix d'aquests estudis concorda prou bé amb part del contingut dels tractats de Calbó que coneixem, inclosa la menció a la navegació, tot i que en el manuscrit que coneixem es planteja el disseny d'un vaixell —de fet, d'una barca—, més que no de navegació.

El 1802, el jove Orfila s'embarcà en un viatge d'un any per la Mediterrània, un viatge ple d'aventures i riscos. Amb 16 anys, tornà a Maó i ingressà al col·legi que acabava de fundar Carles Ernest Cook, on es preparà per anar a la Universitat de València. El fet que Orfila no mencionés el nom de Calbó podria explicar-se no solament per l'acumulació d'experiències,

inclòs el seu viatge en vaixell pel Mediterrani, sinó també pels llargs períodes en què la figura de Calbó no va rebre el reconeixement que de ben segur mereixia. **Recordem, a més, la dinàmica i l'interès per l'ensenyament a Menorca en el qual s'inscriu l'obra de Calbó (Ferrer Aledo 2013).**

Artista-científic

«Artista» i «científic» són dues paraules que tenen un grau important d'ambigüitat. Avui dia, un artista és una persona dedicada a la creació humana —plàstica, musical, literària (per llegir o representar). Les imatges, els volums, els sons, les paraules construïdes i encaixades pels artistes no existeixen a la Natura, en representen una intervenció o una interpretació. Aquest aspecte de transformació de la naturalesa tenia un significat molt més ampli fins al segle XIX. La paraula «artista» podia englobar totes aquelles persones que creaven quelcom «artificial», inclosos els objectes tècnics. Potser en diríem artesà, si la finalitat pràctica i utilitària fos la predominant.

També arrossega una gran ambigüitat el terme «científic». En origen, la paraula ve de «ciència» com a sinònim de «saber». Fins fa poques dècades, «científic» era un adjectiu, que expressava el relatiu a la ciència. **Per exemple, en el Diccionari Fabra, aparegut el 1932, no inclou l'accepció «substantiu».** Però després, s'ha emprat «científic» com a substantiu, per denominar una persona dedicada professionalment a la ciència.

En anglès, el terme usat des de 1833 és «*scientist*», persona partidària o promotora de la ciència (**Ross 1962**). Per això en els anys 1930, alguns científics catalans proposaven el terme «cientista» o «scienciat», que no acabaren de quallar.

Pensant en els escrits de Pasqual Calbó i en la denominació que li correspondria pel fet de preparar-los cap a 1800, en lloc d'artista-científic, hauríem pogut emprar «artista-matemàtic», «artista-arquitecte»...

Finalment, cal dir que Calbó s'inclou de ple dret en el moviment il·lustrat tan singular a Menorca (**Paredes; Salord (eds.) 1999; Salord 2010; Salord 2011**). El grup il·lustrat fundà una entitat acadèmica el 1778, **la Societat** Maonesa, amb la finalitat principal de formar una biblioteca, que en realitat era una vertadera acadèmia, tot i que les circumstàncies (probablement, el primer retorn de l'illa a la Corona espanyola) n'aconsellaren la dissolució formal ja el 1780 (**Pons; Salord (eds.) 1991**). La societat, però, marcà un camí ben clar de cosmopolitisme, que arriba fins als nostres dies! Els il·lustrats menorquins, entre ells Joan Ramis, connectats amb el desenvolupament del pensament i de la ciència a l'Europa del seu temps, compartien els ideals científics del moviment. L'interès de Joan Ramis per Calbó ens demostra aquest compromís amb les ciències i les arts. Al voltant de la **Societat Maonesa**, s'hi desenvolupà un moviment

científic on destacaren els metges i sanitaris, algun dels quals pertanyien als destacaments britànics, però també els naturalistes (Moll, Vidal Hernández 2008).

Calbó escrigué els seus tractats en menorquí com un mitjà d'acostar-se a les necessitats dels joves aprenents. Tal i com ho està estudiant Maria Toldrà, el text de Calbó és molt competent des del punt de vista lingüístic, un fet sorprenent, potser, si pensam en les dificultats per les que ja passava el català i el seu ús, després de la supressió de la Corona d'Aragó realitzada per Felip V. Menorca, gràcies a la dominació britànica i francesa, mantingué les estructures tradicionals, cosa que permeté a persones com Calbó, conservar i fins i tot impulsar la llengua catalana, en aquest cas, en el món de la ciència i de la tècnica.

*El present treball s'inscriu en els projectes HAR2013-44643-R i HAR2016-75871-R.

Referències

ANDREU ADAME, C., HERNÁNDEZ GÓMEZ, Á., SINTES ESPASA, G. (1986): *Pascual Calbó, la pintura cosmopolita del XVIII*. Maó: Patronat Municipal de Cultura, Ajuntament de Maó.

BROWN, G.I. (1991): «The Evolution of the Term 'Mixed Mathematics'», *Journal of the History of Ideas*, Vol. 52, No. 1 (Jan. - Mar.), p. 81-102.

CECCON, E.A. (2012): *I concorsi di architettura all'Accademia di Belle Arti di Venezia*, tesi di llicenciatura. Venècia: Università Ca' Foscari di Venezia, Dipartimento di Filosofia e Beni Culturali.

FERRER ALEDO, J. (2013): *La enseñanza superior en Mahón (1911-1913)*. Edició de Marga Bennasar i Josefina Salord. Menorca: Institut Menorquí d'Estudis, I.E.S. Joan Ramis i Ramis, Ajuntament de Maó.

GOUZÉVITCH, I., GRELON, A., KARVAR, A. (coord.) (2004): *La Formation des ingénieurs en perspective : modèles de référence et réseaux de médiation XVII-XX siècles*. Rennes: Presses universitaires de Rennes.

HERNÁNDEZ SANZ, F. (1912a): «Noticia biográfica de los menorquines il·lustres Pedro Quadrado y Henrich y Pascual Calbo y Caldés», *Revista de Menorca*, tom XII, gener, p. 7-13.

HERNÁNDEZ SANZ, F. (1912b): «Estudio sobre las obras didácticas de Pascual Calbó y Caldés», *Revista de Menorca*, tom XII, desembre, p. 361-386.

HERNÁNDEZ SANZ, F. (1925): «Sobre la vida y las obras del pintor Pascual Calbó», *Revista de Menorca*, 1925, tom XX, febrer, p. 33-59.

KAWAJIRI, N. (1980): «Francis Bacon's View of Mathematics. Bacon's Concept of Mixed Mathematics», *Proceedings of the Faculty of Science of Tokai University*, 15, p. 7-21.
[Accés: <http://ci.nii.ac.jp/naid/110000010753> juliol 2016]

KRANZBERG, M. (ed.) (1986): *Technological education technological style*. San Francisco, San Francisco Press.

MASSA-ESTEVE, M.R., ROCA-ROSELL, A., PUIG-PLA, C. (2011): «'Mixed' Mathematics in engineering education in Spain: Pedro Lucuce's course at the Barcelona Royal Military Academy of Mathematics in the eighteenth century», *Engineering Studies*, vol. 3, No. 3, December, p. 233-253.

MEAVILLA, V. (en premsa): *Análisis de los contenidos algebraicos en las Obras didácticas de Pascual Calbó Caldés (1752 – 1817)*, preprint, 2016a.

MEAVILLA, V. (en premsa): 2. *Pascual Calbó y los Elementos de Matemática de Benito Bails*, preprint, 2016b.

MEAVILLA, V. (en premsa): 3. *La influencia de Tomás Vicente Tosca y Benito Bails en el tratado IX (Trigonometría rectilínea) de Pascual Calbó Caldés (1752 – 1817)*, preprint 2016c.

MEAVILLA, V. (en premsa): *La tavoletta pretoriana: una fuente italiana para el tratado de Geometría de Pascual Calbó Caldés (1752 – 1817)*, preprint 2016d.

MOLL BLANES, I., VIDAL HERNÁNDEZ, J.M. (dir.) (2008): *Història de la ciència a les Illes Balears. 3 La Il·lustració*. Palma: Govern de les Illes Balears. Conselleria d'Economia, Hisenda i Innovació, Lleonard Muntaner.

MURILLO i TUDURÍ, A. (1973): «Pasqual Calbó i Caldés», *Gran Enciclopèdia Catalana*, Barcelona, vol. 4, p. 123. (En línia a: <http://www.enciclopedia.cat/EC-GEC-0013482.xml> consultat novembre 2016).

ORFILA i ROTGER, M. (2011): *Autobiografia; Correspondència (1805-1815)*: volum I, edició a càrrec José Ramón Bertomeu Sánchez i Josep Miquel Vidal Hernández. Palma de Mallorca: Institut d'Estudis Baleàrics; Maó: Institut Menorquí d'Estudis.

PAREDES, M., SALORD, J. (a cura de) (1999): *Joan Ramis i Josep M. Quadrado: de la Il·lustració al Romanticisme*. Palma de Mallorca: Universitat de les Illes Balears, Departament de Filologia Catalana i Lingüística General; Maó: Institut Menorquí d'Estudis; Barcelona: Publicacions de l'Abadia de Montserrat.

PONS, A.-J., SALORD, J. (a cura de) (1991): *Registre de la Societat Maonesa*. Maó: Institut Menorquí d'Estudis.

RAMIS I RAMIS, J. (1817): *Varones ilustres de Menorca y noticia de los apellidos que mas se han distinguido en ella*. Mahon: en la imprenta de Serra.

ROCA ROSELL, A. (2013): «Josep Miquel Vidal Hernández (1939-2013), Historiador de la Ciència. Reflexions personals», *Actes d'Història de la Ciència i de la Tècnica*. Nova Època, Volum 5, p. 151-159.

ROCA ROSELL, A. (2016): *Un Curs Matemàtic a la Menorca de La Il·lustració. En la commemoració de Pasqual Calbó i Caldés (1752-1817)*. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans.

ROCA ROSELL, A. (en premsa) «La història de la ciència i de la tècnica en clau local. Algunes notes sobre el "curs matemàtic" de Pasqual Calbó (1752-1817)», *Randa*.

ROSS, S. (1962): «Scientist: The story of a word», *Annals of Science*, 18:2, 65-85,

SALORD, J. (2010): *La Il·lustració a Menorca*. Palma: Documenta Balear.

SALORD, J. (2011): «Joan Ramis». A: ROSSICH, Albert (dir.). *Panorama crític de la literatura catalana*. Vol. 3: Edat moderna. Barcelona: Vicens Vives, p. 516-557.

SOLER GAYÀ, R. (2004): «Pasqual Calbó: un gnomonicista menorquí del segle XVIII», *La Busca de Paper*, 49, maig-agost, p. 12-17.

VALLHONRAT, J.M. (2006): «Edició d'un clàssic: Llibre de Rollotjes de sol, escrit per Pasqual Calbó i Caldés, entre 1780 i 1812. Maó, Menorca», *La Busca de Paper*, 55, maig-agost, 42 p.

UNA OBRA «MATEMÁTICA» SINGULAR. PASQUAL CALBÓ, UN ARTISTA-CIENTÍFICO

Antoni Roca Rosell

Universitat Politècnica de Catalunya / Institut d'Estudis Catalans

Un elemento muy destacado del legado de Pasqual Calbó (1752-1817) son sus «tratados» científicos (Hernández Sanz 1912a, 1925). Los textos, que se han conservado manuscritos, corresponden sin duda a su actividad como profesor. En la ficha que llenó para Joan Ramis i Ramis (1746-1819), cuando preparaba su libro sobre los personajes ilustres de Menorca (Ramis i Ramis 1817), dijo:

«Al principi vatx exercitar la Pintura sols a temporades par cauza de la mia poca salut, y en seguida he enseiat Diseñy, Geometria practica, y Architectura civil».
(transcripción de Hernández Sanz 1912b)

Parece, pues, que ejerció como profesor para suplir la pintura, que practicaba con dificultad debido a su «poca» salud.

En la misma ficha ofrecía más detalles de esta actividad de enseñanza, a partir de la que había generado unos textos. Declaró haber preparado,

«Varios tractats manuscrits traduïts en menorquí, extrets de Autors varios, y son: Geometria practica; Architectura civil, y militar; Perspectiva; Física experimental; Gnomonica, &c., tots acompanyats ab las corresponents figuras dissenyades. Entre aquestos tractats, el que més he augmentat de mia potencia, es el de Perspectiva; y tots son escrits en los ultims anys».

En efecto, estos textos manuscritos se conservan en el Museu de Menorca en un volumen encuadernado procedente de la Colección Vives i Escudero, en cuyo lomo se inscribió: «Pascual Calvo//Obras didácticas// M.S.». Este volumen reúne unos setecientos folios, más de quinientos escritos a dos caras; el resto, láminas de apoyo a los textos¹. Recientemente, se han localizado cuatro pliegos más: uno sobre ecuaciones (escrito en italiano), otro sobre arquitectura civil, otro sobre trigonometría (escrito en castellano, con la intervención de una segunda mano) y, finalmente, un pliego de cuatro láminas.

El estudio del contenido de estos tratados todavía está pendiente, pero el Institut Menorquí d'Estudis está promoviendo la edición de su transcripción, lo que facilitará sin duda el acceso y la discusión en torno a su significación. Este proyecto ya fue planteado hace unos años por parte del malogrado Josep Miquel Vidal (1939-2013) aunque no fue posible por las circunstancias adversas, incluyendo la crisis económica (Roca Rosell 2013; en premsa).

Evaluación de los textos de Calbó

¹ Para el detalle del contenido, ver ***

La cuestión que se plantea es cómo hay que evaluar los textos que Calbó preparó. En primer lugar, uno de los hechos destacados es el uso de la lengua catalana, lo que hace que sus textos sean realmente únicos en la cultura catalana de la época. A pesar de que probablemente se escribieron en periodo de dominación española (a partir de 1802), Calbó consideró que el menorquín sería el vehículo más adecuado para las personas a quienes iban dedicados los textos, tal como lo dijo él mismo: los jóvenes menestrales (f. 29v) o jóvenes maestros de fábrica (f. 322v) de Menorca. En el encabezamiento de uno de los tratados de geometría explica:

(f30r) *«Lo intent ab que se ha reunit aquest Tractat de Geometria no es per mostrar regles y operacions que no sian estades ja mostrades per la major part de varios Autors, si sols per mostrar ab Idioma vulgar las mateixes operacions obreviadas sens demostracions».*

Esta aclaración de Calbó nos lleva directamente al segundo centro de interés. Como ya hemos visto, preparó estos textos para la enseñanza. En realidad, el conjunto de los materiales reunidos se puede considerar un «curso matemático», un género científico muy destacado y vigente en Europa entre los siglos XVII y XIX (Massa-Esteve et al 2011). Los cursos matemáticos, que reunían matemáticas «puras» —aritmética, geometría y álgebra, y a partir del siglo XVIII, cálculo diferencial e integral— y las matemáticas «mixtas» o «fisicomatemáticas» (Brown 1991), que incluían las disciplinas para las que se necesitaban las matemáticas puras —artillería, arquitectura civil y militar, mecánica, química, óptica, cosmografía, astronomía cartografía, navegación, física experimental, etcétera. Nobou Kawajiri (1980) defendió que el concepto baconiano de matemáticas mixtas se correspondía a la «ciencia compuesta» de Aristóteles.

El curso matemático de Calbó se puede considerar compuesto de tres partes: a) Matemáticas b) Física experimental c) Arquitectura, perspectiva, construcción naval y relojes de sol. Estamos, pues, en condiciones de realizar una primera aproximación a los contenidos de las diferentes partes. En la parte de matemáticas, encontramos pocas consideraciones teóricas, los textos se orientan a la resolución de problemas, y generalmente tienen en cuenta el uso de matemáticas necesario en las otras partes. En este sentido, no es extraño que haya tres versiones del tratado de geometría, varios tratados sobre trigonometría plana y esférica si se piensa en el tratado de perspectiva —donde Calbó asegura que quizás ha realizado más aportaciones que en los otros— y en los de arquitectura, de los que, en el caso de la arquitectura civil, como hemos dicho, existen dos copias. La orientación práctica y los límites del planteamiento de Calbó se pueden ver en el hecho de que no se incluye cálculo diferencial ni integral.

En la parte de física experimental y física matemática, Calbó presenta descripciones muy detalladas de los principales desarrollos de su tiempo concernientes a la naturaleza de la materia sólida, las leyes del movimiento, los componentes del sistema

solar y sus características, los fluidos, los fenómenos meteorológicos, la naturaleza de los gases y sus propiedades, la acústica, la naturaleza del agua, la estática, el calor, la óptica, la electricidad, y el diseño y construcción de lentes. A diferencia de la parte de matemáticas, aquí encontramos muchas citas de científicos que habían realizado aportaciones a la física experimental y a la física matemática, como por ejemplo La Condamine, Bouger, Herschel, Lalande, Euler, Lavoisier, Montgolfier, y también menciona fuentes como las *Philosophical Transactions* de la Royal Society de Londres, o los *Comptes rendus* de la Academia de Ciencias de París.

La tercera parte incluiría un tratado de relojes de sol, un tratado de perspectiva, un tratado de arquitectura civil y uno de arquitectura militar, y, finalmente, uno de construcción naval. En estos textos, sigue sin haber muchas referencias de autoridad y la orientación continúa siendo práctica, con la enumeración de las acciones que deben llevarse a cabo. También aparece un apartado sobre unidades de medida (incluido en el tratado de arquitectura militar), de forma que se da preferencia a las unidades francesas, a pesar de aportar las equivalencias en unidades castellanas. No hemos encontrado ninguna mención al sistema métrico decimal que se había aprobado en los años finales del siglo XVIII y que estaba todavía en proceso de establecerse. El tratado sobre relojes de sol ha sido editado recientemente donde se evalúa su viabilidad (Soler Gayá 2004, Vallhonrat (ed.) 2006). Los tratados de perspectiva y los dos de arquitectura están en proceso de análisis (Andreu Adame et al (1986): 46-62). Se puede decir que no hay referencias explícitas de autoridad, excepto algunas menciones al mariscal de Vauban, dentro de la arquitectura militar. El tratado de construcción naval explica cómo diseñar una barca para construirla. Se discuten algunos problemas que creemos bastante originales, como las condiciones de flotación y de verticalidad. Aun así, también está pendiente un estudio profundizado de este tratado. El texto de Calbó también es eminentemente práctico, pero hay que recordar que hasta mediados de siglo XVIII la construcción naval no disponía de corpus teórico, que iniciaron algunos autores como Leonhard Euler (1749), Pierre Bouger (1746) y Jordi Juan (1771).

En algunos casos, Calbó menciona explícitamente sus fuentes, a pesar de que a menudo se refiere a lo que dicen los «Autores». Al empezar la física experimental, dice que seguirá a Giuseppe Saverio Poli (1745-1825), que publicó unos *Elementi di fisica sperimentale*, en seis volúmenes, en Venecia entre 1793-1794, es decir, muy cercanos a la época cuando Calbó redactó los textos. Una primera aproximación nos permite decir que, efectivamente, hay paralelismos entre ambos textos.

También aparece una mención explícita en el tratado de arquitectura civil, cuando se dice que se sigue el tratado clásico sobre las órdenes en arquitectura de Jacopo Barozzi da Vignola (1507-1573), un tratado que se seguía reimprimiendo en el siglo XVIII, y que incluso se tradujo al castellano.

En nuestra investigación, hemos localizado el plan de enseñanza de la arquitectura que se estableció en la Academia de Bellas Artes de Venecia poco antes de la llegada de Calbó (1770). En 1768, allí se había establecido la enseñanza de la perspectiva y de la arquitectura, a cargo de Giovan Francesco Costa (1711-1772), que en 1767 propuso el plan siguiente:

«[...] **Piano dello studio dell'Architettura Civile per uso dell'Accademia Veneta**

Deffinendo Vitruvio l'architetto per un'artefice universale, che deve adoperarsi in ciò che riguarda la sicurezza, e i comodi della vita, dimostra ancora quali cognizioni deve avere per esser tale, et esercitare meritevolmente questa nobilissima Professione; frà esse hò scelto quella che sono indispensabili all'architetto, le ho ridotte in semplici Elementi facili, et intelligibili, che sono bastevoli ad aprire l'intelletto a maggiori progressi. E perché per quanto è possibile venga facilitato il modo di studiare con pacatezza, e profitto, darò alle stampe questi stessi Elementi, che serviranno alli studenti per ripetere da se stessi le lezioni, e comprendere le dimostrazioni, e saranno li seguenti

La Geometria Pratica

La Trigonometria Pratica

Il Mecanismo dei solidi applicabili alla machinazione

Il Mecanismo dei Fluidi applicabili alle acque correnti, e acorte

L'Architettura in tutte le sue parti

La Prospettiva Universale

Non sarà ammesso ch' non sapia leggere, scrivere, e almeno le quattro parti dell'architettura comune. [...]»².

Este esquema de curso de formación se asemeja mucho al que Calbó preparó años después. Debemos tener presente que Costa recuerda que, según Vitruvio, el arquitecto es «el artífice universal», cuya tarea es la de conseguir la seguridad y la comodidad de los ciudadanos, es decir, un profesional que iba más allá del diseñador de edificios.

El curso de Calbó, por lo tanto, se incluye en los cursos preparados en la Europa de su tiempo. Era un curso de carácter privado, explicado fuera de un marco institucional definido, algo que puede sorprender en la actualidad, aunque era posiblemente lo más común en la época de Calbó. En realidad, él mismo debía de haber conocido prácticas docentes de este tipo en las ciudades donde vivió, tanto en Italia (Venecia, Roma) como en el imperio austríaco (Viena).

Al tratarse de un material docente, no debemos buscar la originalidad del curso, sino la adecuación de los textos seleccionados, de las fuentes empleadas, el interés del planteamiento, etcétera. En este sentido, recientemente, Vicente Meavilla ha

² Veneta Accademia di Pittura e Scultura di Venezia, Registri, busta 1, 15 agosto 1767, Archivio dell'Accademia di Belle Arti di Venezia, citado por CECCON (2012), p. 18-19.

estudiado varios tratados matemáticos de Calbó y ha visto coincidencias con los cursos del valenciano Tomàs Vicent Tosca (1651-1723) y del catalán nacido en Santo Adrià del Besós, Benet Bails (1730-1797), los dos principales autores hispánicos de cursos matemáticos (Meavilla (en prensa) 2016a, b i c). El *Compendio matemático* de Tosca, en nueve volúmenes, aparecido entre 1707 y 1715, mereció al menos tres ediciones durante el siglo XVIII. Bails, profesor de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando de Madrid, donde se otorgaban los títulos oficiales de arquitectura en España, publicó varios manuales, en este caso de manera contemporánea a Calbó. El mismo Meavilla ha realizado un estudio sobre un instrumento descrito por Calbó en uno de sus tratados de geometría, la «*tavoletta*», lo que indica fuentes italianas (Meavilla 2016d).

Andreu Murillo (1973) dijo, con razón, que los cursos privados de Calbó preparaban para la arquitectura. Aun así, quizás es mejor considerar que iban algo más allá, preparaban para lograr diferentes profesiones técnicas, en el sentido de Vitruvio, como hemos dicho. Debe tenerse en cuenta que la organización de escuelas de ingeniería (y de arquitectura) se inició en el siglo XVIII en unas pocas ciudades de Europa, como elemento singular, dado que solían ser escuelas vinculadas a un cuerpo del Estado, civil o militar (Gouzévitch *et al* 2004; Kranzberg 1986).

¿Discípulos?

No tenemos ninguna noticia directa de los posibles discípulos de Calbó. En el volumen conservado en el Museo de Menorca, encontramos en el folio 301v, que aparece en blanco, entre las dos partes del tratado de perspectiva, la anotación:

«Juan Orfila y Ramis Febrer 3 l'any 1806».

Con lo que parece ser la misma letra, aparece la palabra «examinat» al inicio de varios tratados. Podría ser que Joan Orfila, de una familia muy conocida en Menorca (Roca Rosell 2016: 29-31), hubiera revisado algunos de los tratados, quizás para la imprenta, como hemos sugerido, o quizás simplemente para comprobar que fuese correcto.

De todos modos, nos ha parecido encontrar un testigo —muy notable— de la actividad de Calbó y de hasta qué punto ofrecía sus enseñanzas a un amplio abanico de personas. En su autobiografía, publicada a partir de 1845, Mateu Orfila i Rotger (1787-1853), el conocido químico, profesor en París e iniciador de la toxicología, recordó que alguien le enseñó los fundamentos de las matemáticas, una persona insólita en una tierra tan atrasada y alejada de todo.

«et je finis par découvrir dans cette terre si arriérée, un home qui pourra m'apprendre l'arithmétique jusqu'aux logarithmes, l'algèbre jusqu'aux équations de premier degré et la géométrie dans ce qu'elle a de plus élémentaire » (Orfila 2011: 110)

Mateu Orfila tenía sólo 14 años (1801?) y, según él, después de seis lecciones, se vio capaz de enseñar a otros dos chicos. En un año, dice, estudió matemáticas y nociones de navegación. La descripción que aparece de estos estudios concuerda bastante bien con parte del contenido de los tratados de Calbó que conocemos, incluida la mención a la navegación, a pesar de que en el manuscrito que conocemos se plantea más bien el diseño de un barco —de hecho, de una barca— y no tanto de navegación.

En 1802, el joven Orfila se embarcó en un viaje de un año por el Mediterráneo, un viaje lleno de aventuras y riesgos. Con 16 años, volvió a Maó e ingresó en el colegio que acababa de fundar Carles Ernest Cook, donde se preparó para ir a la Universitat de València. El hecho de que Orfila no mencionase el nombre de Calbó podría explicarse no solamente por la acumulación de experiencias, incluido su viaje en barco por el Mediterráneo, sino también por los largos periodos en que la figura de Calbó no recibió el reconocimiento que de buen seguro merecía. Recordemos, además, la dinámica y el interés por la enseñanza en Menorca en la cual se inscribe la obra de Calbó (Ferrer Aledo 2013).

Artista-científico

«Artista» y «científico» son dos palabras que tienen un grado importante de ambigüedad. Hoy en día, un artista es una persona dedicada a la creación humana —plástica, musical, literaria (para leer o representar). Las imágenes, los volúmenes, los sonidos, las palabras construidas y encajadas por los artistas no existen en la Naturaleza, representan una intervención o una interpretación de la misma. Este aspecto de transformación de la naturaleza tenía un significado mucho más amplio hasta el siglo XIX. La palabra «artista» podía englobar todas aquellas personas que creaban algo «artificial», incluidos los objetos técnicos. Quizás lo llamaríamos artesano, si la finalidad práctica y utilitaria fuera la predominante.

También conlleva una gran ambigüedad el término «científico». En origen, la palabra viene de «ciencia» como sinónimo de «saber». Hasta hace pocas décadas, «científico» era un adjetivo, que expresaba aquello relativo a la ciencia. Por ejemplo, en el Diccionario Fabra, aparecido en 1932, no incluye la acepción «sustantivo». Sin embargo después, se ha empleado «científico» como sustantivo, para denominar a una persona dedicada profesionalmente a la ciencia.

En inglés, el término utilizado desde 1833 es «*scientist*», persona partidaria o promotora de la ciencia (Ross 1962). Por eso en los años 1930, algunos científicos catalanes proponían el término «*cientista*» o «*scienciat*», que no acabaron de cuajar.

Pensando en los escritos de Pasqual Calbó y en la denominación que le correspondería por el hecho de prepararlos hacia 1800, en lugar de artista-científico, habríamos podido emplear «artista-matemático», «artista-arquitecto»...

Finalmente, cabe que decir que Calbó se incluye de pleno derecho en el movimiento ilustrado tan singular en Menorca (Paredes; Salord (eds.) 1999; Salord 2010; Salord 2011). El grupo ilustrado fundó una entidad académica en 1778, la *Societat Maonesa*, con la finalidad principal de formar una biblioteca, aunque en realidad era una verdadera academia, a pesar de que las circunstancias (probablemente, el primer regreso de la isla a la corona española) aconsejaron su disolución formal ya en 1780 (Pons; Salord (eds.) 1991). No obstante, la sociedad marcó un camino muy claro de cosmopolitismo, ¡que llega hasta nuestros días! Los ilustrados menorquines, entre ellos Joan Ramis, conectados con el desarrollo del pensamiento y de la ciencia en la Europa de su tiempo, compartían los ideales «cientistas» del movimiento. El interés de Joan Ramis por Calbó nos demuestra este compromiso con las ciencias y las artes. Alrededor de la *Societat Maonesa*, se desarrolló un movimiento científico donde destacaron los médicos y sanitarios, alguno de ellos pertenecientes a los destacamentos británicos, pero también los naturalistas (Moll, Vidal Hernández 2008).

Calbó escribió sus tratados en menorquín como un medio de acercarse a las necesidades de los jóvenes aprendices. Tal y como lo está estudiando Maria Toldrà, el texto de Calbó es muy competente desde el punto de vista lingüístico, un hecho sorprendente, quizás, si pensamos en las dificultades por las que ya pasaba el catalán y su uso, después de la supresión de la corona de Aragón realizada por Felipe V. Menorca, gracias a la dominación británica y francesa, mantuvo las estructuras tradicionales, lo que permitió que personas como Calbó pudieran conservar e incluso impulsar la lengua catalana, en este caso, en el mundo de la ciencia y de la técnica.

* El presente trabajo se inscribe en los proyectos HAR2013-44643-R y HAR2016-75871-R.

Referencias

ANDREU ADAME, C., HERNÁNDEZ GÓMEZ, Á., SINTES ESPASA, G. (1986): *Pascual Calbó, la pintura cosmopolita del XVIII*. Maó: Patronat Municipal de Cultura, Ajuntament de Maó.

BROWN, G.I. (1991): «The Evolution of the Term ‘Mixed Mathematics’», *Journal of the History of Ideas*, Vol. 52, No. 1 (Jan. - Mar.), p. 81-102.

CECCON, E.A. (2012): *I concorsi di architettura all'Accademia di Belle Arti di Venezia*, tesi di Illicenciatura. Venecia: Università Ca' Foscari di Venezia, Dipartimento di Filosofia e Beni Culturali.

FERRER ALEDO, J. (2013): *La enseñanza superior en Mahón (1911-1913)*. Edició de Marga Bennasar i Josefina Salord. Menorca: Institut Menorquí d'Estudis, I.E.S. Joan Ramis i Ramis, Ajuntament de Maó.

GOUZÉVITCH, I., GRELON, A., KARVAR, A. (coord.) (2004): *La Formation des ingénieurs en perspective : modèles de référence et réseaux de médiation XVII-XX siècles*. Rennes: Presses universitaires de Rennes.

HERNÁNDEZ SANZ, F. (1912a): «Noticia biogràfica de los menorquines il·lustres Pedro Quadrado y Henrich y Pascual Calbo y Caldés», *Revista de Menorca*, tom XII, gener, p. 7-13.

HERNÁNDEZ SANZ, F. (1912b): «Estudio sobre las obras didácticas de Pascual Calbó y Caldés», *Revista de Menorca*, tom XII, desembre, p. 361-386.

HERNÁNDEZ SANZ, F. (1925): «Sobre la vida y las obres del pintor Pascual Calbó», *Revista de Menorca*, 1925, tom XX, febrer, p. 33-59.

KAWAJIRI, N. (1980): «Francis Bacon's View of Mathematics. Bacon's Concept of Mixed Mathematics», *Proceedings of the Faculty of Science of Tokai University*, 15, p. 7-21. [Accés: <http://ci.nii.ac.jp/naid/110000010753> juliol 2016]

KRANZBERG, M. (ed.) (1986): *Technological education technological style*. San Francisco, San Francisco Press.

MASSA-ESTEVE, M.R., ROCA-ROSELL, A., PUIG-PLA, C. (2011): «'Mixed' Mathematics in engineering education in Spain: Pedro Lucuce's course at the Barcelona Royal Military Academy of Mathematics in the eighteenth century», *Engineering Studies*, vol. 3, No. 3, December, p. 233-253.

MEAVILLA, V. (en premsa): *Análisis de los contenidos algebraicos en las Obras didácticas de Pascual Calbó Caldés (1752 – 1817)*, preprint, 2016a.

MEAVILLA, V. (en premsa): 2. *Pascual Calbó y los Elementos de Matemática de Benito Bails*, preprint, 2016b.

MEAVILLA, V. (en premsa): *3. La influencia de Tomás Vicente Tosca y Benito Bails en el tratado IX (Trigonometría rectilínea) de Pascual Calbó Caldés (1752 – 1817)*, preprint 2016c.

MEAVILLA, V. (en premsa): *La tavoletta pretoriana: una fuente italiana para el tratado de Geometría de Pascual Calbó Caldés (1752 – 1817)*, preprint 2016d.

MOLL BLANES, I., VIDAL HERNÁNDEZ, J.M. (dir.) (2008): *Història de la ciència a les Illes Balears. 3 La Il·lustració*. Palma: Govern de les Illes Balears. Conselleria d'Economia, Hisenda i Innovació, Lleonard Muntaner.

MURILLO i TUDURÍ, A. (1973) «Pasqual Calbó i Caldés», *Gran Enciclopèdia Catalana*, Barcelona, vol. 4, p. 123. [En línia: <http://www.enciclopedia.cat/EC-GEC-0013482.xml> consultado en noviembre 2016).

ORFILA i ROTGER, M. (2011): *Autobiografia; Correspondència (1805-1815)*: volum I, edició a càrrec José Ramón Bertomeu Sánchez i Josep Miquel Vidal Hernández. Palma de Mallorca: Institut d'Estudis Baleàrics; Maó: Institut Menorquí d'Estudis.

PAREDES, M., SALORD, J. (a cura de) (1999): *Joan Ramis i Josep M. Quadrado: de la Il·lustració al Romanticisme*. Palma de Mallorca: Universitat de les Illes Balears, Departament de Filologia Catalana i Lingüística General; Maó: Institut Menorquí d'Estudis; Barcelona: Publicacions de l'Abadia de Montserrat.

PONS, A.-J., SALORD, J. (a cura de) (1991): *Registre de la Societat Maonesa*. Maó: Institut Menorquí d'Estudis.

RAMIS I RAMIS, J. (1817): *Varones ilustres de Menorca y noticia de los apellidos que mas se han distinguido en ella*. Mahon: en la imprenta de Serra.

ROCA ROSELL, A. (2013): «Josep Miquel Vidal Hernández (1939-2013), Historiador de la Ciència. Reflexions personals», *Actes d'Història de la Ciència i de la Tècnica*. Nova Època, Volum 5, p. 151-159.

ROCA ROSELL, A. (2016): *Un Curs Matemàtic a la Menorca de La Il·lustració. En la commemoració de Pasqual Calbó i Caldés (1752-1817)*. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans.

ROCA ROSELL, A. (en premsa) «La història de la ciència i de la tècnica en clau local. Algunes notes sobre el “curs matemàtic” de Pasqual Calbó (1752-1817)», *Randa*.

ROSS, S. (1962): «Scientist: The story of a word», *Annals of Science*, 18:2, 65-85,

SALORD, J. (2010): *La Il·lustració a Menorca*. Palma: Documenta Balear.

SALORD, J. (2011): «Joan Ramis». A: ROSSICH, Albert (dir.). *Panorama crític de la literatura catalana*. Vol. 3: Edat moderna. Barcelona: Vicens Vives, p. 516-557.

SOLER GAYÀ, R. (2004): «Pasqual Calbó: un gnomonicista menorquí del segle XVIII», *La Busca de Paper*, 49, maig-agost, p. 12-17.

VALLHONRAT, J.M. (2006): «Edició d'un clàssic: Llibre de Rollotjes de sol, escrit per Pasqual Calbó i Caldés, entre 1780 i 1812. Maó, Menorca», *La Busca de Paper*, 55, maig-agost, 42 p.

ÍNDIX DEL CONTINGUT DEL MANUSCRIT “OBRES DIDÀCTIQUES” (Museu de Menorca)

[1] *De les fraccions decimals* [f. 1r-9r]¹

§ I. Lo que són fraccions decimals i el modo de formar-les, nº 1.²

§ II. De les quatre operacions aritmètiques per les fraccions decimals, nº 2.

§ III. De la reducció de fraccions decimals d'espècie superior a enters i decimals d'espècie inferior, } nº 4.

§ IV. De la reducció d'enters i decimals d'espècie inferior a decimals d'espècie superior, }

§ V. Alguns usos de los decimals qui respecten a los nombres complerts, } nº 5.

§ VI. Valuar les cantitats decimals a valors complerts, }

§ VII. De lo que se pot ometre en los decimals, } nº 7.

§ VIII. D'algunes qüestions mercantils de multiplicació per decimals, }

§ IX. De la prova del multiplicar, nº 8.

§ X. D'algunes qüestions mercantils de divisió per decimals, nº 9.

§ XI. D'alguns exemples qui demostren que les operacions per divisió se fan també per multiplicació, nº 10.

§ XII. De l'aproximació de les rels de les potestats numèriques, suposant que se sàbia ja lo que són potestats i treure les seues rels sens aproximació, nº 11.

§ XIII. De les rels de los trencats i de les d'enters amb trencats, nº 12.

§ XIV. De les potestats i de les rels de cantitats complertes, nº 14.

§ XV. Conèixer si un trencat qui no consta de termes quadrats o cúbics és o no és quadrat o cúbic, nº 14.

§ XVI. Examinar les rels trobades o extretes de les potestats, nº 15.

[2] *De les proporcions* [f. 11r-15r]

Definicions de les proporcions en general o en comú, nº 1.

Teoremes de les proporcions en general, nº 3.

Definicions de la proporció qui respecta a l'aritmètica, nº 4.

Propriedats de les proporcions aritmètiques, }

Definicions de la proporció geomètrica en particular, } nº 5.

Propriedats de les proporcions geomètriques, }

[3] *Àlgebra* [f. 17r-22v]

Advertència.

1. Preceptes de l'àlgebra.

2. De la trasposició.

3. De la reducció de la incònyita a la unitat.

4. De la isomeria.

5. De la depressió de caràcters.

¹ Reproduïm els índexs de contingut inclosos al manuscrit de Calbó; quan no n'hi ha, transcrivim les rúbriques dels apartats.

² El números que apareixen fan referència a la pàgina on comença cada apartat. En aquest apartat apareixen com a “nº”, en altres serà “pàg.ª” o “pª”.

6. De la resolució o valor de la incònyita.
7. De la varietat dels problemes.
8. De les igualacions simples.
9. De les qüestions en què se suposen distintes lletres per distintes magnituds incònites.
10. Mètode de resoldre per substitució.
11. De la resolució de les qüestions simples indeterminades.
12. Regla para la resolució de les igualacions o equacions indeterminades.
13. De la composició i formació de les igualacions compostes.
14. De la comparació de les igualacions de tres termes.
15. Advertències.
16. Exemple segons la primera igualació.
17. Nota.
18. Exemples o qüestions segons les tres igualacions proposades (14).
19. De les igualacions qui alternen los exponents dels caràcters.
20. De la composició i formació de les igualacions de tercer, quart grau, etc.
21. Nota.
22. D'algunes qüestions en què concorren diferents incònyites.
23. Conèixer quantes rels positives i negatives pot tenir una igualació composta.
24. De la resolució de les igualacions compostes de molts graus per partició.
25. De la reducció del coeficient del primer terme a unitat.

[4] *De los logaritmes* [f. 23r-27r]

- § I. Usos de los logaritmes,
- § II. De los nombres quals los seus logaritmes no se troben en la taula,
- § III. De los logaritmes quals los seus nombres no se troben en la taula, nº 3.
- § IV. Alguns exemples de càlculos efectuats amb logaritmes, nº 4.
- § V. Del complement aritmètic o logarítmic i alguns exemples efectuats amb dit complement, nº 5.

} nº 1.

[5] *Geometria i àlgebra nº 1* [f. 29r-50r] [làmines: f. 51r-59r]

Advertència.

Explicació de les cites abreviades.

Definicions, pàg. 1.

Secció I. Línees rectes i àngols rectes,

II. Línees paral·leles rectes,

III. Línees paral·leles curves,

IV. Triàngols rectilíneos,

V. Quadrilàters regulars,

VI. Ovals,

VII. El·lipses,

VIII. Polígonos regulars, pàg. 5.

IX. Trobar el centro de les figures regulars, pàg. 6.

X. Àngols plans i la sua divisió, pàg. 7.

XI. Divisió de les línees rectes, pàg. 8.

} pàg. 2.

} pàg. 3.

} pàg. 4.

XII. Tangents,	}	pàg. 9.
XIII. Línees espirals planes,		
XIV. Línees proporcionals i les seues propietats, pàg. 10.		
XV. Proporció, augment i disminució de les figures planes, pàg. 12.		
XVI. Transformació de les figures rectilínees, pàg. 13.		
XVII. Transformació de les figures curvilínees, pàg. 15.		
XVIII. Divisió de les figures rectilínees, pàg. 16.		
XIX. Dimensió de les superfícies planes, pàg. 19.		
XX. Dimensió de los sòlids, pàg. 22.		
XXI. Divisió del círculo i los seus usos, pàg. 25.		
XXII. De les línees en el terreno, pàg. 26.	}	pàg. 27.
XXIII. De les línees paral·leles en los terrenos,		
XXIV. Del nivellar los terrenos,		
XXV. Del mesurar les línees i los àngols en los terrenos, pàg. 29.		
XXVI. De les superfícies horitzontals de los terrenos en costa, pàg. 36.		
XXVII. Mètode de mesurar el curs d'un riu, d'un camí i de la vora exterior d'un bosc,	}	pàg. 37.
XXVIII. Mètode per trobar los àngols al centro i a la circumferència de los polígonos,		
XXIX. Mesura o escandai de los líquids, pàg. 37.		
XXX. De les seccions còniques, pàg. 38.		

[6] *Tractat de geometria nº 2* [f. 60r-86r]

Advertència.

Definicions, p. 1.

Secció I. Línees rectes i àngols rectes,	}	p. 2.
II. Línees paral·leles,		
III. Triàngols rectilíneos,	}	p. 3.
IV. Quadrilàters regulars,		
V. Ovals,	}	p. 4.
VI. El·lipses,		
VII. Polígonos regulars, p. 5.		
VIII. Trobar el centro de les figures regulars, p. 6.		
IX. Àngols plans i la sua divisió, p. 7.		
X. Divisió de les línees rectes, p. 8.		
XI. Tangents,	}	p. 9.
XII. Línees espirals,		
XIII. Línees proporcionals i les seues propietats, p. 10.		
XIV. Proporció, augment i disminució de les figures planes, p. 12.		
XV. Transformació de les figures rectilínees, p. 14.		
XVI. Transformació de les figures curvilínees, p. 16.		
XVII. Divisió de les figures rectilínees, p. 17.		
XVIII. Dimensió de les superfícies planes, p. 20.		
XIX. Dimensió de los sòlids, p. 23.		
XX. De les línees en el terreno, p. 27.		
XXI. De les línees paral·leles en los terrenos,	}	p. 28.
XXII. Del nivellar los terrenos,		
XXIII. Divisió del círculo i los seus usos, p. 29.		

XXIV. Del mesurar les línees i los àngols en los terrenos, p. 31.
 XXV. De les superfícies horitzontals de los terrenos en costa, p. 38.
 XXVI. Mètode de mesurar el curs d'un riu, d'un camí i de la vora d'un bosc,
 XXVII. Mètode per trobar los àngols al centre i a la circumferència de los polígonos,
 XXVIII. Mesura o escandai de los líquids,
 XXIX. De les seccions còniques, p. 40.

p. 39.

[7] *Tractat de geometria nº 3* [f. 87r-109v] [lám.: f. 112r-122r]

Nota.

Explicació de l'orde de les figures i de les cites abreviades.

Definicions, nº 1.

Secció I. De les línees rectes i àngols rectes,

II. De les línees paral·leles,

III. De los triàngols rectilíneos,

IV. De los quadrilàters regulars,

V. De los ovals,

VI. De les el·lipses,

VII. De los polígonos regulars, nº 5.

VIII. De trobar el centre de les figures regulars, nº 6.

IX. De los àngols plans i la sua divisió, nº 7.

X. De la divisió de les línees rectes, nº 8.

XI. De les tangents,

XII. De les línees espirals,

XIII. De les línees proporcionals i les seues propietats, nº 10.

XIV. De la proporció, augment i disminució de les figures planes, nº 12.

XV. De la transformació de les figures planes, nº 14.

XVI. De la divisió de les figures rectilínees, nº 17.

XVII. De la dimensió de les superfícies, nº 20.

XVIII. De la dimensió de los sòlids, nº 23.

XIX. De les línees en el terreno, nº 25.

XX. De les línees paral·leles en los terrenos, nº 26.

XXI. Del nivellar los terrenos, nº 27.

XXII. De la divisió del círculo i los seus usos, nº 28.

XXIII. Del mesurar les línees i los àngols en los terrenos, nº 30.

XXIV. De les superfícies horitzontals de los terrenos en costa, nº 37.

XXV. Del mètode de mesurar el curs d'un riu, d'un camí i vora d'un bosc,

XXVI. Del trobar los àngols al centre i a la circumferència de los polígonos,

XXVII. De la mesura o escandai de los líquids,

XXVIII. De les seccions còniques, nº 39.

Apèndice, nº 41.

nº 2.

nº 3.

nº 4.

nº 9.

nº 38.

[8] *Regles geomètriques* [f. 123r-127r]

§ I. Taula de los graus i minuts que contenen los àngols de los polígonos i modo de construir-la,

§ II. Regles geomètriques. Donat el ràdio, trobar la circumferència,

nº 1.

- Dada la circumferència, trobar el ràdio,
- § III. Taula per les sigüents regles i modo de construir-la,
 Donat el círculo, trobar les figures inscrites i circumscrites,
 Donades les figures, trobar el círculo inscrit i circumscribit,
- § IV. Taula per les sigüents regles i modo de construir-la,
 Donat el costat, trobar la superfície,
 Dada la circumferència, trobar la superfície,
 Dada la superfície, trobar el costat,
 Dada la superfície, trobar la circumferència,
- § V. Reduir les figures d'una espècie a altra, qui tenguen iguals superfícies o iguals circumferències,
- § VI. Créixer o disminuir les figures segons proporció determinada,
- nº 2.
- nº 4.
- nº 6.

[9] *De los sólidos* [f. 129r-133v] [lám.: f. 135r]

- Cubo,
- Paralelepípedo,
- Prisma triangular recte,
- Cilindro recte,
- Prisma quadrangular obliquo,
- Cilindro obliquo,
- Cilindro recte d'una base obliqua, altra recta,
- Piràmide triangular recta,
- Piràmide quadrangular recta,
- Piràmide cònica recta,
- Piràmide quadrangular obliqua,
- Piràmide cònica obliqua,
- Piràmide triangular irregular obliqua,
- Porció de piràmide quadrangular recta,
- Porció de piràmide cònica recta,
- Porció de piràmide quadrangular obliqua,
- Porció de piràmide cònica obliqua,
- Esfera,
- Sector d'esfera,
- Porció d'esfera,
- Esferoide,
- nº 1.
- nº 2.
- nº 3.
- nº 4.
- nº 5.
- nº 6.
- nº 7.

[10] *Aplicació de l'àlgebra a la geometria* [f. 136r-141r] [lám.: f. 145r]

- Proposició I. Teorema. Variedat de los problemes geomètrics,
- Proposició II. Problema. Mètode de l'anàlisi geomètrica,
- Proposició III. Problema. Anàlisi de los problemes linears,
- Proposició IV. Problema. Anàlisi de los problemes plans, nº 6.
- Proposició V. Problema. Anàlisi de los problemes indeterminats o locals, nº 8.
- nº 1.

[11] *Trigonometria rectilínea* [f. 147r-152r]

Definicions de los senos, cosenos, tangents, cotangents, secants i cosecants, } nº 1
 Cap. I. Teoremes relatiu a les definicions antecedents,
 Cap. II. Teoremes fonamentals per la resolució de los triàngols rectilíneos rectàngols, nº 2.
 Cap. III. De la resolució de los triàngols rectilíneos rectàngols, nº 3.
 Cap. IV. Teoremes fonamentals per la resolució de los triàngols rectilíneos obliquàngols, nº 5.
 Cap. V. De la resolució de los triàngols rectilíneos obliquàngols, nº 6.
 Apèndice per resoldre qualsevol triàngol rectilíneo, tant rectàngol com obliquàngol, per únic medi de los seus termes proporcionals, nº 9.

[11 bis] *Trigonometria rectilínea* [f. 154r-v] [lám.: f. 155r bis]

[11 ter] *Resolució de los triàngols rectàngols* [f. 155r-v] [lám.: f. 155v bis]

[11 quater] *Usos de la pantòmetra per la trigonometria* [f. 156r-157r] [lám.: f. 158r-159r]

[12] *Trigonometria esfèrica* [f. 160r-167v] [lám.: f. 168v]
 Cap. I. De la disposició i de los usos del cànon trigonomètric, nº 1.
 Cap. II. Teoremes fonamentals per la resolució de los triàngols esfèrics rectàngols,
 Cap. III. De la resolució de los triàngols esfèrics rectàngols,
 Cap. IV. De la resolució de los triàngols esfèrics obliquàngols, nº 6. } nº 3.
 Apèndice a lo contingut en los capítols precedents, nº 10.

[13] *Física experimental* [f. 169r-215r bis] [lám.: f. 170v bis, 172r bis, 174r bis, 178r bis, 180r bis, 182v, 184r, 187v, 195r, 199v, 201v, 205v, 209v, 215v]

Tractat I

Secció I. De l'extensió i de la divisió en un gran nombre de parts, nº 1.

Secció II. De la porositat i de la densitat de los cossos, nº 2.

Secció III. De lo espai buit, nº 3.

Tractat II

Secció I. De la força d'atracció i de repulsió, nº 1.

Secció II. De la força de gravetat i de les seues lleis, nº 2.

Tractat III

Secció I. Del motu en general i de les seues diferents espècies, nº 1.

Secció II. Del motu equable o uniforme,

Secció III. De la força motrís i de la manera de mesurar-la,

Secció IV. De la quantitat de motu,

} nº 1.

Secció V. De les resistències que se presenten al motu, }
Secció VI. De la primera llei de motu i de les forces centrals, } nº 2.

Tractat IV

Secció I. Breu extret de cosmografia, nº 1.

Secció II. De los planetes en particular, de la sua naturalesa, grandària, distància de la Terra i de los seus motus periòdics, nº 1.

Secció III. Breu informe de l'esfera o de vàrios punts i cíclos en què se suposa dividida la Terra, nº 4.

Secció IV. Explicació d'alguns fenòmens celestes segons el sistema copernicà, nº 5.

Secció V. De la teòrica de les forces centrals, referida a los cossos celestes, nº 7.

Tractat V

Secció I. Del flux i reflux del mar.

Tractat VI

Secció I. De la segona llei del motu i del moviment compost uniforme o rectilíneo, nº 1.

Secció II. De la resolució del motu compost rectilíneo, nº 2.

Secció III. Del motu compost variable o curvilíneo, nº 2.

Tractat VII

Secció I. De la tercera llei del motu,

Secció II. De les lleis generals que s'observen en la percossa de los cossos molls, } nº 1.

Secció III. De la comuna velocitat de los cossos molls después de la percossa, nº 2.

Secció IV. De la quantitat de motu que los cossos molls se comuniquen en la percossa, }
Secció V. De la percossa de los cossos elàstics, } nº 3.

Tractat VIII

Secció I. De la percossa obliqua tant de los cossos molls com elàstics, nº 1.

Secció II. Aplicació de les doctrines anteriors a alguns fenòmens particulars, nº 1.

Secció III. Del moviment reflex, nº 2.

Secció IV. Del moviment refract, nº 3.

Tractat IX

Secció I. Del temps, de lo espai i de la velocitat de los cossos qui cauen lliurement, nº 1.

Secció II. Del motu de los cossos per plans inclinats, nº 3.

Secció III. Del motu de los cossos per plans inclinats, confrontat amb el motu lliure vertical.

Tractat X

Secció I. Del motu de los pèndols simples i composts, i del centre d'oscil·lació, nº 1.

Secció II. De los llums subministrats de los pèndols respecte al motu i a la forma de la Terra, i de l'equació del temps, nº 2.

Secció III. De la naturalesa de la curva descrita de los projectes, nº 3.

Tractat XI

Secció I. De la naturalesa del centre de gravetat i d'algunes seues propietats,	}	nº 1.
Secció II. Mètode para determinar el centre de gravetat d'un o més cossos,		
Secció III. Del centre de percossa en los cossos en motu,		
Secció IV. De la naturalesa de los fluids, de la sua opressió i del recíproco equilibri de les seues parts,	}	nº 2.
Secció V. Del recíproco equilibri de los fluids de diferent densitat,		
Secció VI. De l'opressió de los fluids contra el fons de los tubos,		
Secció VII. De l'opressió recíproca entre los fluids i los sòlids,	}	nº 3.
Secció VIII. Del pes del sòlid qui sura, confrontat al pes del fluid en què està immers,		
Secció IX. Del pes absolut de los sòlids en l'aire, confrontat al pes relatiu en los altres fluids, i del mètode de rellevar la gravetat específica de los cossos, nº 3.		
Secció X. De la velocitat de los fluids qui corren per orificis determinats, nº 4.		
Secció XI. Del motu de los fluids per canals cònics,	}	nº 6.
Secció XII. Del modo de mesurar la velocitat de los rius,		

Tractat XII

Secció I. De la naturalesa de l'aire, tant pura com atmosfèrea, nº 1.
Secció II. De la fluïditat i del pes de l'aire, nº 2.
Secció III. De l'elasticitat de l'aire, nº 3.
Secció IV. De la diferent densitat de l'aire, nº 4.
Secció V. De la pressió de l'aire i de los efectes que resulta, nº 5.

Tractat XIII

Secció I. Del baròmetre i de los seus usos, nº 1.	
Secció II. De l'higròmetre,	} nº 2.
Secció III. De varies espècies de trombes,	

Tractat XIV

Secció I. Idea general del gas,	}	nº 1.
Secció II. De les diferents espècies de gas,		
Del gas oxígeno, nº 2.		
Del gas azoto,	}	nº 3.
Del gas hidrògeno,		
De les màquines aireostàtiques,	}	nº 5.
Del gas nitrós,		
Del gas àcid carbònic,	}	nº 6.
Del gas àcid sulfurós,		
Del gas àcid muriàtic,		
Del gas àcid fluòric,	}	nº 7.
Del gas amoniacal,		

Tractat XV

Secció I. De la naturalesa de l'aire atmosfèrea,	}	nº 1.
Secció II. De la transpiració,		
Secció III. Aplicació d'alguns efectes de les doctrines mostrades antecedentment, nº 2.		

Tractat XVI

Secció I. Del so considerat en el cos sonor i en el medi qui lo transmet, nº 1.
Secció II. De la velocitat i extensió del so i del seu percutiment, nº 1.
Secció III. De les causes productores de vârios tons musicals, amb l'aplicació a los instruments, nº 2.

Tractat XVII

Secció I. De la naturalesa de los vents i de les sues diferents espècies, } nº 1.
Secció II. De la causa productora de los vents i de les sues diferents calidats, }
Secció III. De la naturalesa de l'aigua, nº 2.
Secció IV. De les propietats de l'aigua considerada en estat de fluïditat, nº 3.
Secció V. De l'aigua en estat de vapor, nº 4.
Secció VI. De les entranyes de los vapors, de les sues vâries espècies i de los seus efectes, nº 5.
Secció VII. De la naturalesa i propietats de l'aigua reduïda en gas, nº 6.
Secció VIII. De les aigües minerals i d'altra particular naturalesa, nº 7.
Secció IX. De l'origen de les fonts, nº 8.

[14] *Tractat de l'estàtica* [f. 216r-220r] [lâm.: f. 221v]

Principis i definicions, }
Secció I. Del descenso de los graves, } pàg. 1.
II. Examen de los pesos i gravetat de los cossos, }
III. De lo equilibri de los pesos en distàncies recíproques, } pàg. 2.
IV. Del centro de la gravetat de les línees o cossos sutils, pàg. 3.
V. Del centro de la gravetat de les superfícies, pàg. 4.
VI. Del centro de la gravetat de los sòlids, pàg. 5.
VII. Definició i secció de vâries operacions d'hidrostàtica, pàg. 6.

[14 bis] *Física experimental* [f. 222r-249r bis] [lâm.: f. 226v, 230v, 232v, 235v, 244v, 249v]

Tractat XVIII

Secció I. Sobre el calòric, }
Secció II. Del calòric combinat, } nº 1.
Secció III. Del calòric lîbero i del modo amb què s'excita, }
Secció IV. De les propietats del calòric lîbero, }
Secció V. De la naturalesa del calòric, } nº 2.
Secció VI. De la sensació de la calor [i del fred], }
Secció VII. D'alguns sistemes relatius a la naturalesa del calòric i de la calor, } nº 3.
Secció VIII. De la combustió i de los fenòmenos qui l'acompanyen, }

Tractat XIX

Secció I. De los termòmetros, }
Secció II. De los usos de los termòmetros i de los vantatges obtinguts amb ells, } nº 1.
Secció III. Sobre la lus, }
Secció IV. De la propagació de la lus, } nº 2.

Secció V. De los principis de la diòptrica o de les lleis de la lus refracta, nº 3.

Tractat XX

Secció I. De les diferents espècies de vidres i lentes, i d'algunes seues propietats, nº 1.

Secció II. De la composició de lo ull i de la formació de la visió, nº 4.

Secció III. De la visió en quant prové de los dos ulls, nº 6.

Tractat XXI

Secció I. De la combinació de les lentes [convexes], } nº 1.

Secció II. De los microscopis i de la sua diferent construcció, }

Secció III. De los telescopis de refracció i les seues diferents espècies, nº 2.

Tractat XXII

Secció I. De la llanterna màgica, de la cambra obscura i de la cambra òptica, } nº 1.

Secció II. De les propietats de varies espècies de miralls o de la lus reflexa, }

Secció III. De los telescopis de reflexió, nº 2.

Secció IV. De la refracció de la lus i de los colors en ella existents, nº 3.

Secció V. De la formació de los metereos emfàtics, nº 4.

Tractat XXIII

Secció I. De l'electricitat i de la varia naturalesa de los cossos relativament a la mateixa electricitat, nº 1.

Secció II. De la màquina elèctrica i de los principals fenòmenos de l'electricitat, nº 2.

Secció III. De la naturalesa i calidats del fluid elèctric, nº 5.

Secció IV. D'algun principal sistema sobre la derivació i difusió del fluid elèctric, nº 6.

Secció V. Del bòtil de Leiden, nº 7.

Secció VI. Del poder elèctric de los peixos, nº 11.

Secció VII. De l'electròforo perpètuu i del poder de la pedra turmalina, nº 12.

Secció VIII. De l'electricitat atmosfèrica, nº 12.

Tractat XXIV

Secció I. De la formació de varios metereos, nº 1.

Secció II. Del magnetisme o de la virtut atractiva i repulsiva de la calamida, nº 3.

Secció III. De la comunicació del magnetisme i de les calamides artificials,

Secció IV. De la polaritat de la calamida; de la declinació e inclinació de les agulles magnètiques, } nº 5.

[15] *Física matemàtica* [f. 250r-251v bis] [lòm.: f. 251r]

De l'òptica.

Secció I. De la propagació i divisió de la lus.

[16] *Física matemàtica* [f. 252r-255r bis] [lòm.: f. 255v]

De la catòptrica.

Secció I. Definicions comunes a tot gènere de miralls, } nº 1.

Secció II. De los miralls plans, }

Secció III. De los miralls convexos esfèrics, nº 2.

Secció IV. De los miralls cilíndrics convexos, nº 3.

Secció V. De los miralls cònics convexos, } nº 4.

Secció VI. De los miralls cònics còncavos esfèrics, }

Secció VII. De los miralls cònics còncavos cilíndrics i cònics, nº 6.

[17] *Rollotges de sol* [f. 256r-265r] [lám.: f. 267r-270v]

Descriure la línia meridiana en el pla horitzontal, } nº 1.

Descriure el rollotge horitzontal de diferents modos, }

Descriure el rollotge meridional en el pla paral·lel al vertical primari, nº 2.

Descriure el rollotge septentrional en el pla paral·lel al vertical primari, } nº 3.

Descriure el rollotge vertical en el pla paral·lel al meridià de diferents modos, }

Declinació de los plans, } nº 4.

Trobar la línia meridiana en los plans verticals de diferents modos, }

Trobar la línia substilar en los plans declinants, nº 5.

Descriure el rollotge vertical declinant de migjorn a llevant o a ponent, } nº 6.

Descriure el rollotge vertical declinant de tramuntana a llevant o a ponent, }

Descriure el rollotge vertical declinant quan és molt crescuda la declinació, nº 7.

Donades la substilar i també l'altura de polo en un pla vertical declinant, fer el rollotge, } nº 8.

Donades una línia paral·lela a l'equinoccial i l'altura de polo en un pla vertical declinant, fer el rollotge, }

Trobar la inclinació i la declinació de los plans, }

Fàbrica i usos de l'instrument declinatori, } nº 9.

Donat l'estil en un pla inclinat, trobar el punt del zenit i també la línia horitzontal, }

Descriure los rollotges en los plans inclinats de migjorn sens declinació, } nº 10.

Descriure los rollotges en los plans inclinats de tramuntana sens declinació, nº 10.

Descriure el rollotge equinoccial, } nº 11.

Descriure el rollotge polar, }

Descriure los rollotges en los plans inclinats de llevant i de ponent, }

Trobar la línia meridiana en los plans inclinats declinants de diferents modos, } nº 12.

Descriure los rollotges en los plans inclinats i declinants de migjorn a llevant o a ponent, } nº 13.

Descriure los rollotges en los plans inclinats i declinants de tramuntana a llevant o a ponent, }

Descriure el rollotge en un pla inclinat i declinant de migjorn a llevant o a ponent quan el seu polo és molt distant o cau fora del pla, } nº 14.

Donant en un pla inclinat i declinant l'equinoccial i l'estil, fer el rollotge sens sobre l'altura de polo, ni línia meridiana, ni inclinació ni declinació del pla, }

Descriure en qualsevol pla un rollotge, sols amb observar tres punts de l'extremidat de l'ombra de l'estil, }

Descriure qualsevol rollotge per medi d'una esfera de fil de ferro, nº 15.

Exemples qui faciliten les regles de los rollotges, nº 16.

[18] *Perspectiva* [f. 271r-285v] [lám.: f. 287r-301r]

Advertència.

Secció I. Figures planes, nº 1.
 Secció II. Elevació i degradació de les figures, nº 6.
 Secció III. Objectes sòlids o rellevats, nº 9.
 Secció IV. Mètode de copiar vistes en perspectiva, nº 12.
 Secció V. Objectes inclinats, nº 17.
 Secció VI. De les barques, nº 18.
 Secció VII. Teoremes ja practicats i per practicar-se, nº 24.
 Secció VIII. Advertències per dissenyar vistes del natural, nº 27.
 Secció IX. Regla particular per los objectes i figures d'àngols rectes, menos treballosa que la regla general, nº 29.

[18 bis] *Perspectiva* [f. 302r-318v]

Definicions,
 Advertències teòriques,
 Secció I. Figures planes, pàg. 2.
 Secció II. Elevació i degradació de les figures, pàg. 10.
 Secció III. Objectes rellevats o sòlids rectes, pàg. 12.
 Secció IV. Objectes rellevats inclinats, pàg. 19.
 Apèndice al tractat actual, pàg. 29.

[19] *Tractat d'arquitectura civil* [f. 322r-353r] [l'àm.: f. 354r-371v]

Advertència.

Secció I. Principi general,
 II. De la columna,
 III. De les motlures qui entren en l'arquitectura, pàg. 2.
 IV. De los pedestals i juntament de les bases de les columnes,
 V. De los enteulats i de les impostes,
 VI. De la descripció del pla horitzontal i de l'elevació vertical, pàg. 5.
 VII. De les volutes qui tenen lloc en los capitells, pàg. 6.
 VIII. De los capitells, pàg. 7.
 IX. De les arcades, de los columnats i de la proporció de les parets, pàg. 11.
 X. De les balustrades,
 XI. De la proporció, disposició i adornos de les portes, fenestres i xeminees,
 XII. De l'altària de les gornises qui coronen les fàbriques, pàg. 15.
 XIII. De la descripció i fàbrica de los arcs rectes, pàg. 16.
 XIV. De los arcs rectes obliquos, pàg. 18.
 XV. De varies espècies d'arcs irregulars, pàg. 21.
 XVI. D'alguns nítxios o semivoltes, pàg. 28.
 XVII. D'algunes voltes d'aresta i d'arjub, pàg. 31.
 XVIII. D'algunes llunetes en les voltes, pàg. 34.
 XIX. D'algunes voltes hemisfèriques i voltes per igual, pàg. 38.
 XX. De les llunetes en les voltes hemisfèriques, pàg. 41.
 XXI. D'algunes escales rectes, pàg. 44.
 XXII. D'algunes escales redones.

[20] *Tractat de l'arquitectura militar* [f. 372r-381v] [lòm.: f. 382r-384v]

Cap. I. D'alguns problemes geomètrics que s'han de tenir present para la fortificació, pàg. 1.

II. D'algunes mesures usades en les fortificacions, pàg. 2.

III. De los principis de la fortificació, pàg. 3.

IV. De les màximes generals de la fortificació, pàg. 4.

V. Del mètode propi de fortificar qualsevol polígon regular, pàg. 5.

VI. De la resolució de la fortificació, formació de les taules i modo de fortificar amb elles, pàg. 6.

VII. Mètode de fortificar segons autors francesos, pàg. 8.

VIII. De los termes i mesures del perfil de la fortificació, pàg. 10.

IX. De la fortificació irregular, pàg. 11.

X. De la fortificació efectiva sobre el terreny, pàg. 14.

[21] *Tractat de construcció naval* [f. 385-394r] [làmines i taules: f. 395r-398v]

[*Altres làmines de temes diversos: f. 399r-438v]

Cap. I. De les primeres dimensions d'una barca o pla d'elevació, nº 1.

Cap. II. Del pla de projecció, nº 2.

Cap. III. Del pla horitzontal del desplaçament, nº 6.

Cap. IV. De la cubicadura de la carena en ple, nº 7.

Cap. V. De la cubicadura de la carena en dues parts, cada una de la mitat de tota la llargària per reconèixer l'excés del desplaçament d'una respecte de l'altra, nº 10.

Cap. VI. De la cubicadura de la carena en talls de llarg a llarg per tenir medi de formar una escala de soliditat, nº 11.

Cap. VII. De l'escala de soliditat, nº 13.

Cap. VIII. De l'estabilitat hidrostàtica, nº 14.

Cap. IX. Del càlcul del metacentro, nº 15.

Cap. X. Del càlcul del centro de gravetat del desplaçament, nº 16.

Cap. XI. De la recerca del centro de gravetat de sistema de tota la barca ormetjada, nº 17.

ÍNDEX DELS “NOUS” TRACTATS

Arquitectura [28 folis]

Secció I. Principi general.

Secció II. De la columna.

Secció III. De les motlures qui entren en l'arquitectura.

Secció IV. De los pedestals i juntament de les bases de les columnes, segons Vignola.

Secció V. De los enteulats i de les impostes, segons Vignola.

Secció VI. De la descripció del pla horitzontal o icnografia i de l'elevació o ortografia.

Secció VII. De les volutes qui tenen lloc en los capitells.

Secció VIII. De los capitells.

Secció IX. De les arcades amb peus, de los columnats i de la proporció de les parets.

Secció X. De les balustrades.

Secció XI. De la proporció, disposició i adornos de les portes, finestres i xeminees.

Secció XII. De l'altària de los enteulats i gornises qui coronen les fàbriques.

Secció XIII. De la descripció i fàbrica de los arcs rectes.

Secció XIV. De los arcs rectes obliquos.

Secció XV. De vàries espècies d'arcs irregulars.

Secció XVI. D'alguns nítxios o semivoltes.

[Secció XVII. D'algunes voltes d'aresta i d'arjub.]

Secció XVIII. D'algunes llunetes en les voltes seguides.

Secció XIX. D'algunes voltes hemisfèriques i voltes per igual.

Secció XX. De les llunetes en les voltes hemisfèriques.

Secció XXI. D'algunes escales rectes.

Secció XXII. D'algunes escales redones.

Esempi delle equazioni (questi sono stati risolti sopra le uniche dimande) [8 pàgines]

[65 exercicis resolts amb planteig d'equacions de primer i segon grau, també sistema d'equacions amb dues variables]

Trigonometria [20 pàgines]

[Pàgines 4, 5, 6 (inici), 9, 10, 14-16, d'una altra mà; 1-3, 6-8, 11-13, 17-20, de Calbó. Conté una versió en castellà –parcial– del que es llegeix al tractat 11]

De los asuntos de trigonometría plana.

De los senos, cosenos, tangentes, cotangentes, secantes y cosecantes, nº 2.

De la resolución de los triángulos rectángulos, nº 10.

Resolución de los triángulos oblicuángulos, nº 13.

[Figures]

[Plec de 4 fulls de gràfics]